0 227020 4 0002

22-70-20-41
(4.12)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант ______

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Смолина Николая Игоревича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 лист

Дата
«13» февраля 2026 года

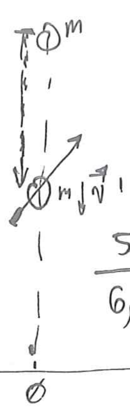
Подпись участника
Смолин

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

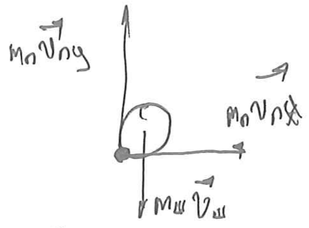
Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик.

$d = \frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{M_3 k_1 - M_1 k_3}{\rho k_3 S}$



$$\begin{array}{r} 14459 \\ \times\ 415 \\ \hline 72295 \\ 14459 \\ 57836 \\ \hline 6{,}000485 \end{array}$$



E – не сохр

P – сохр

$\varphi_0 = \frac{p_0}{p_{нас}}$

480, 560, 640, 83 × 5, 405, 720, 983, 720 + 27

$\sqrt{2gh} = \frac{m v^2}{2}$ $v = \sqrt{2gh}$

$|m_n \vec{v}_{ny}| = |m_ш \vec{v}_{шy}| \neq m_n \vec{v}_{n x}$

$\frac{6 \cdot 20}{8{,}3} = \frac{120}{8{,}3}$

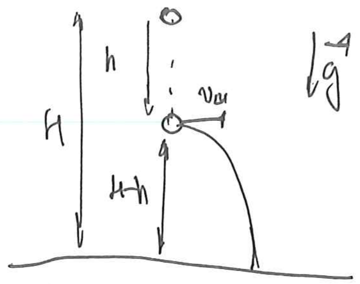
$1200 : 83 = 14{,}4590\ldots$

$y = (H-h) - \frac{gt^2}{2}$

$x = v \cdot t$

$t_n = 2c$ 14,46

$L = x_n = 20м$



$20 = v \cdot 2c$

$v = \frac{L}{\tau}$ 747 300

$14{,}459 \cdot 10^{-3}$

$0{,}415 \cdot 10^{-3}$

$\sqrt{2gh} = \frac{L}{\tau}$

$h = \frac{L^2}{2\tau^2 g}$

$0 = \left(H - \frac{L^2}{2g\tau^2}\right) - \frac{g\tau^2}{2}$

14450×415

$\frac{g\tau^2}{2} = H - \frac{L^2}{2g\tau^2} \quad \Big| \cdot 2\tau^2$

$H = \frac{g\tau^2}{2} + \frac{L^2}{2g\tau^2} =$

$\cancel{g\tau^4 = 2H\tau^2} \ \frac{L^2}{g}$

$= \frac{10 \cdot 2^2}{2} + \frac{20^2}{2 \cdot 10 \cdot 2^2} = 20 + 5 = 25м$

$\cancel{2H\tau^2 =}$

10м/с

$h = 5м$

$\sqrt{2gh} = 10\frac{м}{с}$

$\cancel{y = H}$

$h = \frac{gt^2}{2}$

$10 \cdot 2 = 20$

$H - h = H - \frac{gt^2}{2}$

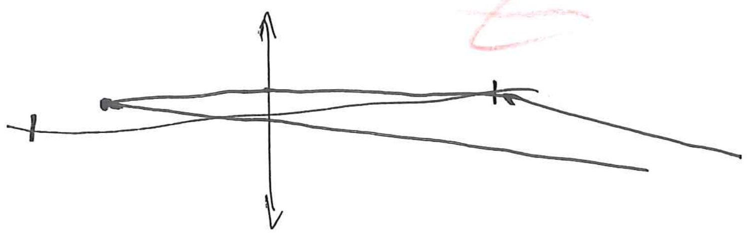
$v^2 = \frac{gt^2}{2}$

$20 = \frac{10 \cdot 4}{2} = 20$

$v = 0 + gt$

$\frac{v^2}{h} = 2g$

$v = \sqrt{2gh}$



22-7С-20-41 (4.12)

1	20
2	19
3	20
4	20
5	20

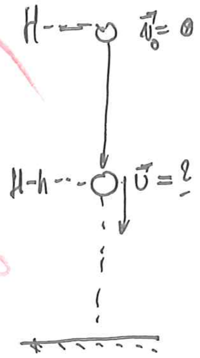
99

(Ведомость ...) Кондратьев ... Зотов Д.И. Омитриев Гончаров

№2. Чистовик

До соударения шарик пройдет расстояние h и будет при ударе на высоте $H-h$, где H – искомая высота.

Запишем закон сохранения энергии при свободном падении:

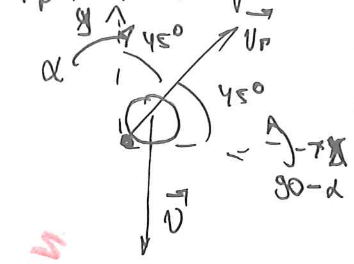


$$\frac{mv_0^2}{2} + mgH = \frac{mv^2}{2} + mg(H-h) \quad \Big| \ v_0 = 0 \ м/с$$

$$mgH - mgH + mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \rightarrow v^2 = 2gh \rightarrow |\vec{v}| = \sqrt{2gh}.$$

Теперь рассмотрим неупругое соударение – при нем работает Закон Сохранения Импульсов.



$$v_{nx} = v_n \cos(90-\alpha) = v_n \cos\alpha$$

$$v_{ny} = v_n \cos\alpha = v_{nx}.$$

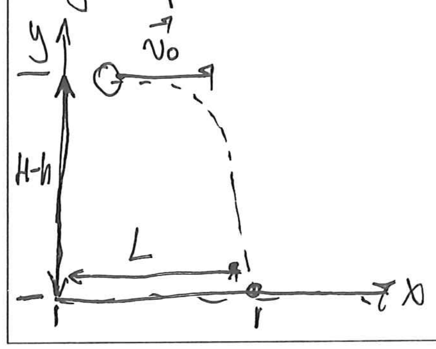
Тогда $P_{nx} = P_{ny}$. Поскольку ~~весь~~ шар больше не двигался по вертикали, то $\vec{P}_{ny} + \vec{P}_{шy} = 0 \rightarrow P_{ny} = P_{шy}$.

Тогда $P_{шy} = P_{ny} = P_{nx}$, а поскольку $P_{шx} = 0°$, а $M+m$, где M – малая масса пули, примерно равно m т.к. $m \gg M$, то $\vec{P}'_{шx}$ стал равен $\vec{P}_{nx}$ и численно равен $\vec{P}_{шy}$. В общем, пуля ударила шар с углом $\alpha = 45°$, из чего составляющие импульса $\vec{P}_n$ $\vec{P}_{nx}$ и $\vec{P}_{ny}$ численно равны, $\vec{P}_{ny}$ нейтрализовала $\vec{P}_{шy}$, значит $|\vec{P}'_{ny}| = |\vec{P}_{шy}| = |\vec{P}_{nx}|$, а $\vec{P}'_{шx} = \vec{P}_{шx} + \vec{P}_{nx} = \vec{P}_{nx}$

$$|\vec{P}'_{шx}| = |\vec{P}_{шy}| \rightarrow |v'_{шx}| = |v_{шy}| = \sqrt{2gh}.$$

(+)

Теперь рассмотрим бросок шара с высоты $H-h$ под углом $\beta = 0°$ к горизонту и скоростью $v_0 = \sqrt{2gh}$.



$$y(t) = (H-h) - \frac{gt^2}{2}$$

$$x(t) = 0 + v_0 t.$$

В $t = \tau$ – падение:

$$x(t) = \sqrt{2gh}\,\tau = L \rightarrow 2gh = \frac{L^2}{\tau^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow h = \frac{L^2}{2g\tau^2}.$$

(+)

№2. Чистовик

$h=\frac{L^2}{2g\tau^2}$. Теперь запишем, что $y(\tau)=0$.

$$y(\tau)=0=H-\frac{L^2}{2g\tau^2}-\frac{g\tau^2}{2}\ \to\ H=\frac{L^2}{2g\tau^2}+\frac{g\tau^2}{2}.$$

подробно вывод

Мы получили формулу H. Подставим числа:

$$H=\frac{L^2}{2g\tau^2}+\frac{g\tau^2}{2}=\frac{20^2\ м^2}{2\cdot10\frac{м}{с^2}\cdot2^2с^2}+\frac{10\frac{м}{с^2}\cdot2^2с^2}{2}=$$

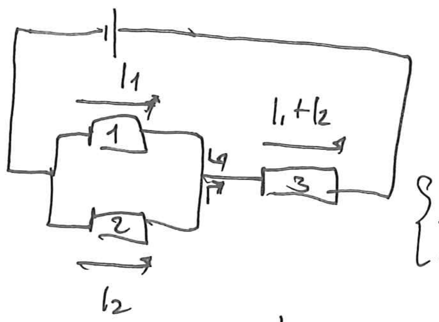
$$=\frac{400}{80}\ м+\frac{40}{2}\ м=20+5=25\ м.$$

Ответ: $H=25$ м. (+)

№4.

Общая формула электролиза в-ва током I за время t:

$m=kIt$. Для начала найдем токи I_1 и I_3 (и из них I_2)



$$\begin{cases} m_1=k_1\cdot I_1t \\ m_3=k_3\cdot(I_1+I_2)t=k_3I_3t. \end{cases}$$ +

$$\frac{k_1}{k_3}\cdot\frac{I_1}{I_1+I_2}=\frac{m_1}{m_3}\ \to\ I_1=(I_1+I_2)\frac{m_1/k_1}{m_3/k_3}.$$

$$I_1+I_2=I_1\frac{m_3k_1}{m_1k_3}\ \to\ I_2=I_1\left(\frac{m_3k_1}{m_1k_3}-1\right)\ //.$$

Найдем $m_{Ag}=m_2$:

$m_1=k_1I_1t$

$$m_2=k_2I_1\left(\frac{m_3k_1}{m_1k_3}-1\right)t\ \to\ \frac{m_2}{m_1}=\frac{k_2}{k_1}\left(\frac{m_3k_1}{m_1k_3}-1\right)$$

$$m_2=m_1\frac{k_2}{k_1}\left(\frac{m_3k_1}{m_1k_3}-1\right).$$ Тогда из $m=\rho V$, объем этого серебра будет равен $V=\frac{m_2}{\rho}\ //$. А толщина слоя подчиняется формуле $V=dS$.

Черновик.

$m=\frac{M/t}{Fz}$; $k=\frac{M}{Fz}=\frac{кг/моль}{Кл/моль\cdot1}\to\frac{кг}{Кл}$ $\quad\frac{m_2}{m_1}=\frac{k_2}{k_1}\cdot\frac{m_3k_1-m_1k_3}{m_1k_3}$

$$\frac{9\cdot10^{-3}\ \frac{кг}{моль}}{1\cdot96500\ \frac{Кл}{моль}}\approx9{,}3\cdot10^{-8}\ \frac{кг}{Кл}$$

$9\cdot\ldots=96500\cdot9{,}3\cdot10^{\ldots}$ $\quad d=\frac{k_2}{\rho S k_1}\cdot\frac{m_3k_1-m_1k_3}{k_3}$

$m_2=k_2I_2t$

$965\times93=2895+8685=8{,}9745\cdot10^{-4}\approx9\ //.$

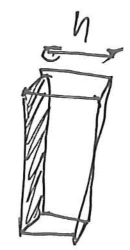
$33{,}0\ |\ 9{,}3$; 3

B1: $m_1=k_1\cdot I_1\cdot t$ $\qquad\frac{m_1}{\rho S}\frac{k_2}{k_1}\left(\frac{m_3k_1}{m_1k_3}-1\right)=$

B2: $m_2=k_2I_2t$

B3: $m_3=k_2I_3t$

$$=\frac{660\cdot10^{-6}\ кг}{1{,}05\cdot10^4\frac{кг}{м^3}\cdot0{,}011\ м^2}\cdot\frac{1{,}1\cdot10^{-6}\frac{кг}{Кл}}{3{,}3\cdot10^{-7}\frac{кг}{Кл}}.$$



$m_2=\frac{m_3k_1-m_1k_3}{m_1k_3}k_2t$

$110\ см^2=110\cdot10^{-4}\ м^2=0{,}011\ м^2$

$см=10^{-2}\ м$

$588\ |\ 9{,}3$ $\quad 774-186=588$ $\quad 9{,}765\times6=58{,}590$

$9{,}765\times6=58{,}590$

$\frac{m_3}{m_1}=\frac{k_3}{k_1}\frac{I_1+I_2}{I_1}$ $\quad 588\ |\ 93\ \cdot10$ $\quad 93\times6=558$ $\quad 588{,}0-585{,}9=2{,}1\ |\ 9{,}765 ;\ 60{,}2$

$\frac{m_3k_1}{m_1k_3}I_1=I_1+I_2$

$I_2=\left(\frac{m_3k_1}{m_1k_3}-1\right)I_1$

$93\cdot10^{-1}\times105\cdot10^{-2}=10^{-3}$ $\quad 105\times93=315+945=9{,}765$ $\quad\frac{2{,}1}{9{,}765}\approx\frac{1}{5}$

$588000-58590=2{,}100\ |\ 9{,}765 ;\ 6$

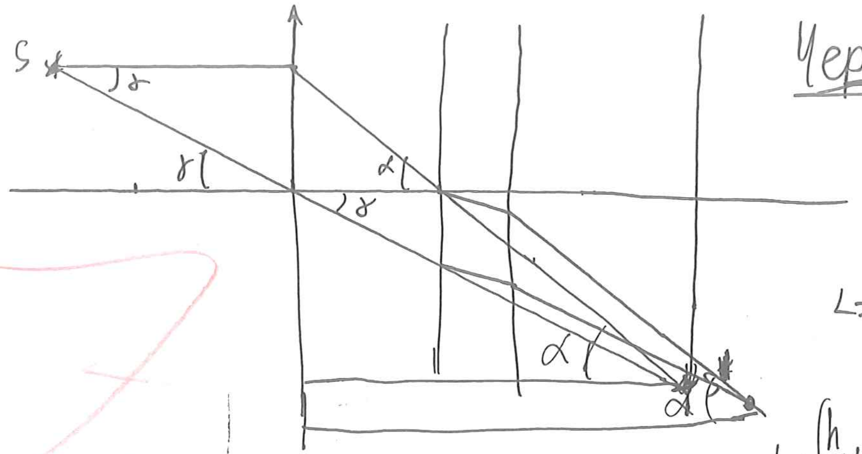
$588{,}0-585{,}9=2{,}1\ |\ 9{,}765 ;\ 6$

774

$$d=\frac{k_2}{k_1}\cdot\frac{m_3k_1-m_1k_3}{\rho S k_3}$$

$110\cdot1{,}05\cdot9{,}3$

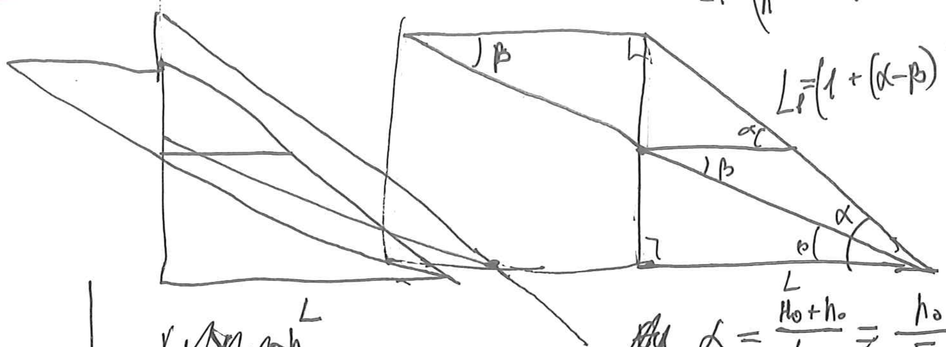
Черновик

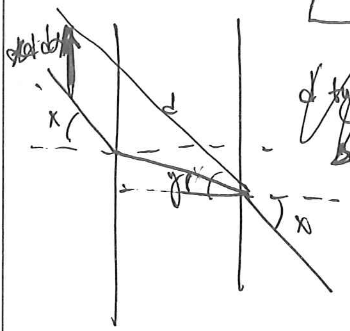


$L = \frac{\alpha}{\alpha-\gamma}F$

$L_1 = \left(\frac{h}{h} + \frac{\alpha d(1-\frac{1}{n})}{h} - \frac{\beta d(1-\frac{1}{n})}{h}\right)L_0$

$L_1 = \left(1 + (\alpha-\beta)\frac{d(1-\frac{1}{n})}{h}\right)L_0$





$\alpha = \frac{H_0+h_0}{L_0} = \frac{h_0}{F}$

$\beta = \frac{H_0+h_0}{L_0+l} = \frac{h_0}{l}$

$x n_1 = y n_2$

$y = \frac{x}{n}$

$\Delta h = xd - yd = xd - \frac{x}{n}d = xd(1-\frac{1}{n})$

$\frac{h}{L_0} = \frac{h+y_1-y_2}{L_1}$

$$\begin{cases} \alpha = \frac{H_0+h_0}{L_0} = \frac{h_0}{F} \\ \beta = \frac{H_0+h_0}{L_0+l} = \frac{h_0}{l} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{H_1+h_1}{L_0} = \frac{h_1}{F} \\ \beta = \frac{H_1+H_1}{L_0+l} = \frac{h_0}{l} \end{cases}$$

$L_1 = \frac{h+y_1-y_2}{h}L_0$

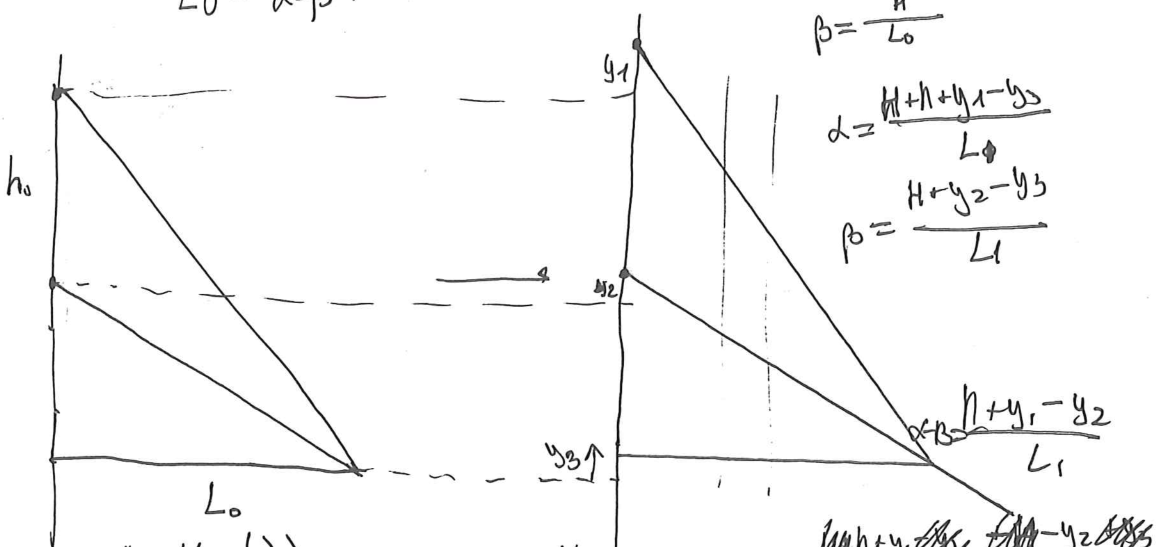
$\alpha-\beta = \frac{h}{H_0}$

$L_0 = \frac{\alpha}{\alpha-\beta}F$

H_1

$\alpha = \frac{h+H}{L_0}$

$\beta = \frac{H}{L_0}$



$\alpha = \frac{H+h+y_1-y_3}{L_0}$

$\beta = \frac{H+y_2-y_3}{L_1}$

$\frac{h+y_1-y_2}{L_1}$

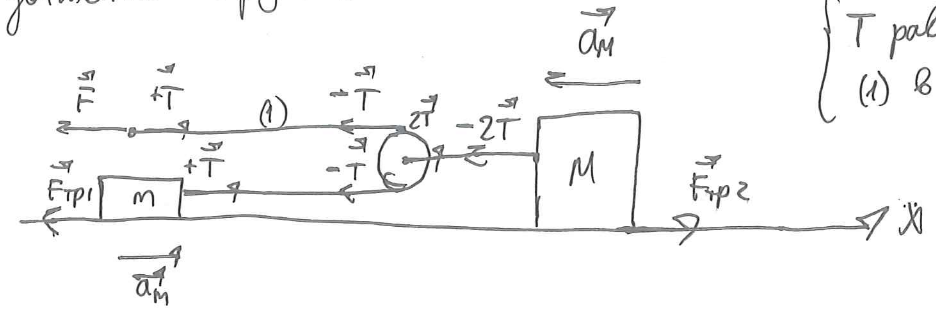
$L_1 = \left(1+\frac{h}{L_0}\frac{d(1-\frac{1}{n})}{h}\right)L_0 = L_0 + d(1-\frac{1}{n})$

$\alpha-\beta = \frac{h+y_1 - y_2}{L}$

22-70-20-41 (1/2)

№1. Чистовик

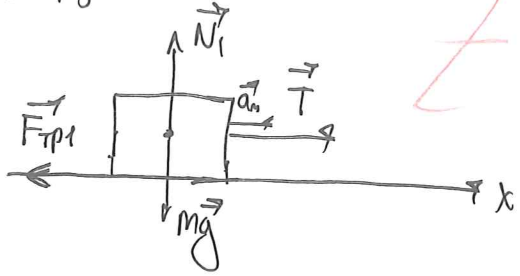
Сделаем рисунок, обозначим на нем силы и ускорения движения брусков:



$\begin{cases}\end{cases}$ T равна по всей нити (1) в силу невесомости

Запишем II Закон Ньютона для обоих брусков:

1) брусок m:



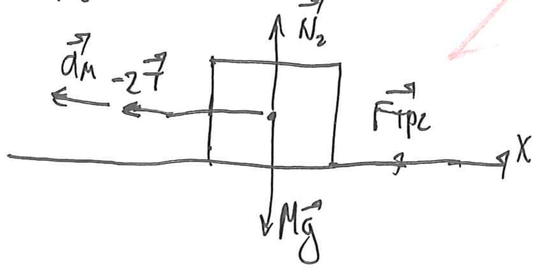
$m\vec a_m = \vec T + \vec F_{тр1}$

$ma_m = T - F_{тр1}$ (проекция на Ox)

Т.к. $N_1 = mg$, а $F_{тр} = \mu mg$, то: (т.к. движение есть)

$ma_m = T - \mu mg \rightarrow a_m = \frac{T}{m} - \mu g$.

2) брусок M:



$$\begin{cases} M\vec a_M = -2\vec T + F_{тр2} \\ N_2 = Mg \\ F_{тр2} = \mu N_2 = \mu Mg \end{cases}$$

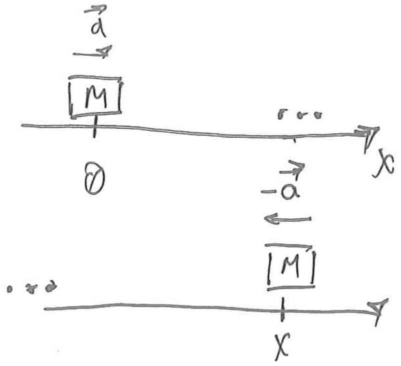
$-Ma_M = -2T + \mu Mg \mid :-M \rightarrow a_M = \frac{2T}{M} - \mu g = \frac{2T}{2m} - \mu g = \frac{T}{m} - \mu g = a_m$.

Выходит, что ускорения обоих брусков равны по модулю, но направлены противоположно.

Поскольку изначально скорости не было, то они двинутся равноускорено с ускорением $\pm\vec a$ и нач. скоростью $v_0 = 0$.

№1. Чистовик

За τ блок массы m сместится на:



$$x_m = 0 + \frac{at^2}{2} \to x_m(\tau) = \frac{a\tau^2}{2}$$

$$x_M(t) = X - \frac{at^2}{2} \to x_M(\tau) = X - \frac{a\tau^2}{2}.$$

X – расстояние между брусками

Новое расстояние X' равно $x_M(t) - x_m(\tau) = X - a\tau^2$

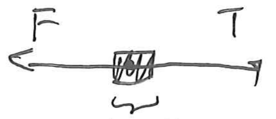
По условию, нужно, чтобы $X' = X - \Delta X$, тогда.

$$X - a\tau^2 = X - \Delta X \to \Delta X = a\tau^2 \to a = \frac{\Delta X}{\tau^2}.$$

$$\frac{\Delta X}{\tau^2} = a = a_m = a_M = \frac{T}{M} - \mu g.$$

Наконец, ~~рассмотр~~ из-за нерастяжимости нити и невесомости.

$$\vec{F} + \vec{T} = \cancel{M} - M_{нити}\vec{a} = 0 \to F = T.$$



кусок нити массы $M_{нити} \approx 0$.

Тогда, финальное уравнение выглядит так:

$$\frac{\Delta X}{\tau^2} = \frac{F}{m} - \mu g \to \frac{\Delta X}{\tau^2} + \mu g = \frac{F}{m} \to F = \mu m g + m\frac{\Delta X}{\tau^2}$$

Подставим числа, данные в условии.

$$F = 0{,}3 \cdot 0{,}5\,кг \cdot 10\,\frac{Н}{кг} + 0{,}5\,кг\,\frac{1\,м}{1^2\,с^2} = 1{,}5 + 0{,}5 = 2\,Н$$

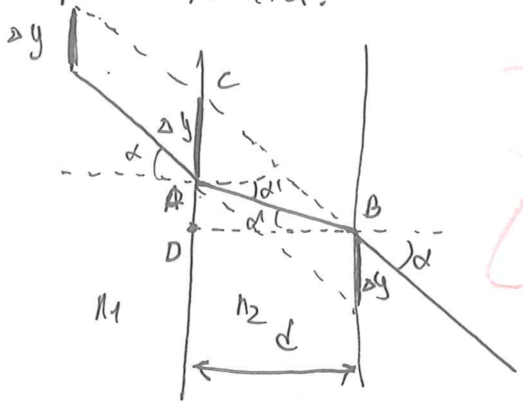
Ответ: с силой $F = 2$ Н.

+

№5. Чистовик

Дано
$d = 3$ см
$n = 1{,}5$
Найти:
$x = ?$

Сначала, рассмотрим ход любого луча через пластину стекла, считая что угол луча к ГОО – малый:



$$\frac{AD}{BD} = \operatorname{tg}\alpha' = \alpha'.\,; \quad \frac{CD}{BD} = \operatorname{tg}\alpha = \alpha\,;$$

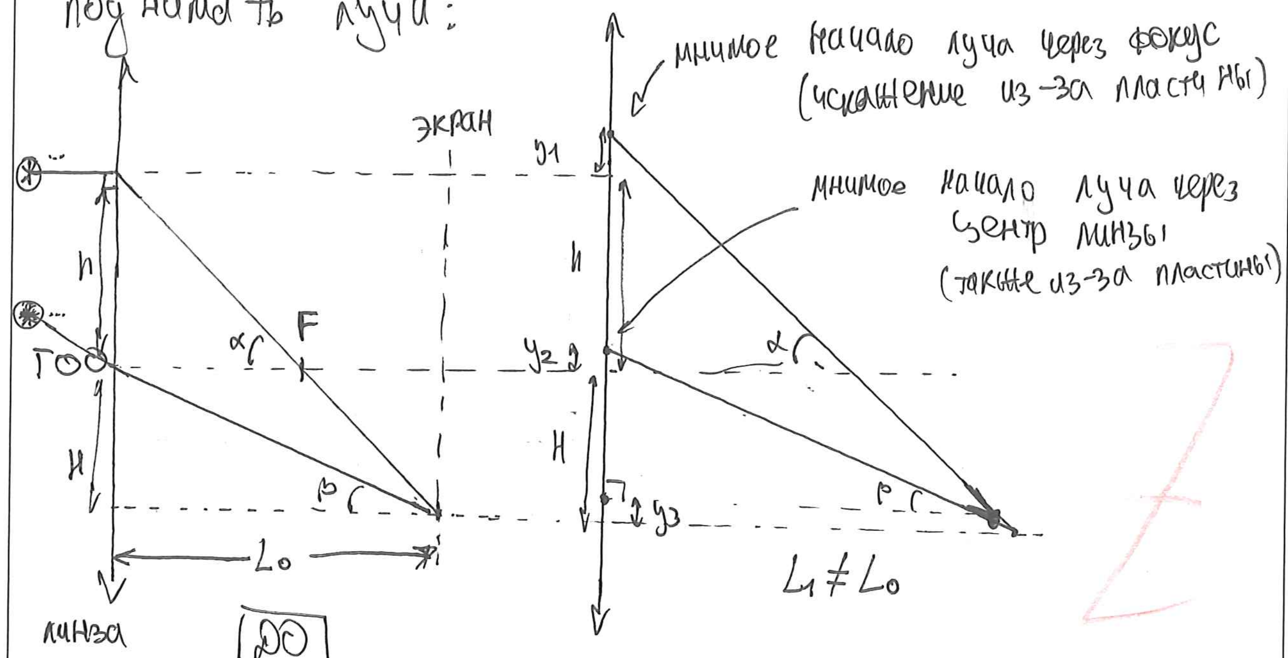
Из закона Снеллиуса:

$$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\alpha' \xrightarrow[n_2 = n]{n_1 = 1} \sin\alpha = n\sin\alpha' \to \alpha = n\alpha'$$

$$\Delta y = CD - AD = \alpha BD - \alpha' BD = \alpha d - \alpha' d = d\left(\alpha - \frac{\alpha}{n}\right) = \alpha d\left(1 - \frac{1}{n}\right).$$

Т.е. луч поднимается на расстояние $\alpha d\left(1 - \frac{1}{n}\right)$.

Теперь рассмотрим ход лучей в линзе ~~для~~ без и с пластиной, но ~~при~~ вместо пластины мы будем просто поднимать лучи:



L_0 – расстояние до экрана от линзы в начале; L_1 – то же, но с пластиной

h – расстояние от ГОО до начала луча, который изначально $\perp$ линзе

H – расстояние от ГОО до изобр. светящ. точки на экране.

22-70-20-41 (4.12)

Чистовик

№5.

Т.к. источник очень близок к ГОО, то α и β – малые углы. Тогда:

1) вначале

$$\begin{cases} tg\alpha = \alpha = \frac{h+H}{L_0} \\ tg\beta = \beta = \frac{H}{L_0} \end{cases} \to \alpha - \beta = \frac{h}{L_0}.$$

2) С пластинкой

$$\begin{cases} tg\alpha = \alpha = \frac{H - y_3 + h + y_1}{L_\phi} \\ tg\beta = \beta = \frac{H - y_3 + y_2}{L_\phi} \end{cases} \to \alpha - \beta = \frac{h + y_1 - y_2}{L_1}.$$

Из ранее выведенной формулы повышения луча при ходе через пластину получим, что:

$$y_1 = \alpha d\left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$y_2 = \beta d\left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

Тогда, просто решаем уравние:

$$\frac{h}{L_0} = \alpha - \beta = \frac{h + y_1 - y_2}{L_1} \to L_1 = L_0 \frac{h + y_1 - y_2}{h} =$$

$$= L_0\left(\frac{h + \alpha d(1-\frac{1}{n}) - \beta d(1-\frac{1}{n})}{h}\right) = L_0\left(1 + \alpha\frac{d}{h}\left(1-\frac{1}{n}\right) - \beta\frac{d}{h}\left(1-\frac{1}{n}\right)\right) =$$

$$= L_0\left(1 + (\alpha - \beta)\frac{d}{h}\left(1 - \frac{1}{n}\right)\right).$$ Подставляем $\alpha - \beta = \frac{h}{L_0}$:

$$L_1 = L_0\left(1 + \frac{h}{L_0}\frac{d}{h}\left(1 - \frac{1}{n}\right)\right) = L_0 + \cancel{L_0}\frac{\cancel{h}}{\cancel{L_0}}\frac{d}{\cancel{h}}\left(1-\frac{1}{n}\right) = L_0 + d\left(1 - \frac{1}{n}\right).$$

То есть, нужно увеличить расстояние от экрана до линзы, сдвинув экран от линзы на расстояние

$$x = L_1 - L_0 = L_0 + d\left(1 - \frac{1}{n}\right) - L_0 = d\left(1 - \frac{1}{n}\right) = 3см\left(1 - \frac{1}{1{,}5}\right) =$$

$$= 3 \cdot \left(\frac{1{,}5 - 1}{1{,}5}\right) = 3 \cdot \frac{0{,}5}{1{,}5} = 3\,\frac{1}{3} = 1 \text{ см}$$

№5.

Чистовик

Ответ: на расстояние $x = 1$ см.

20

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик.

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

Черновик.

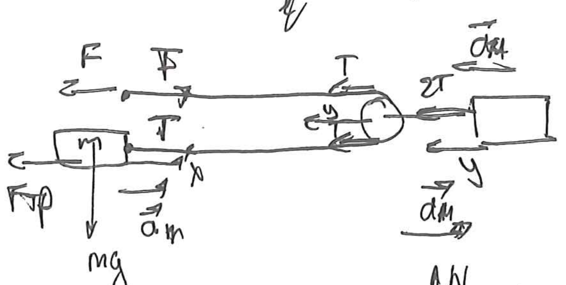
$N = U^2/r = 100^2/80 = \frac{1000\cancel{0}}{8\cancel{0}} = 125$ Вт $\rightarrow$ $N_{эфф} = 100$ Вт

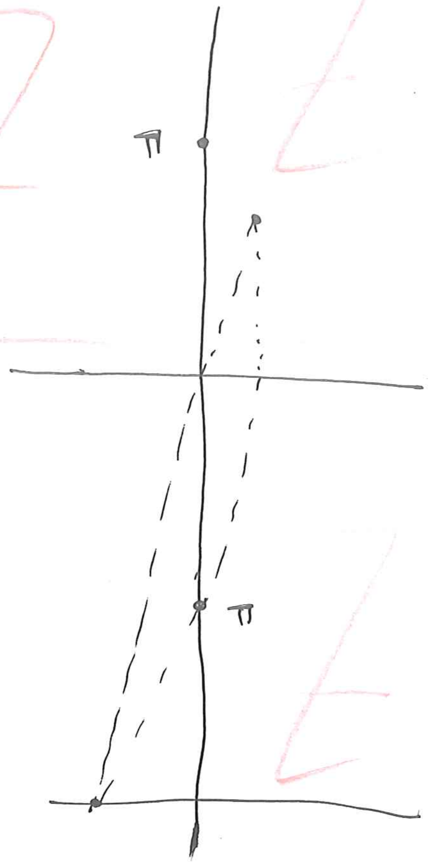
$p_{нас} V = n_{нас} R T$

$\frac{n_{нас}}{V} = \frac{p_{нас}}{RT} \Big| \cdot \mu$

$\frac{\mu n_{нас}}{V} = \frac{m_{нас}}{V} = \rho_{нас} = \frac{\mu p_{нас}}{RT}$

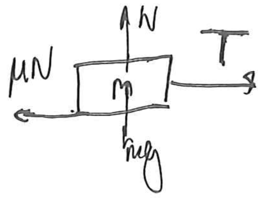
$N\tau = \lambda m_{исп} = \quad m_{исп} =$





$\boxed{T} = const$

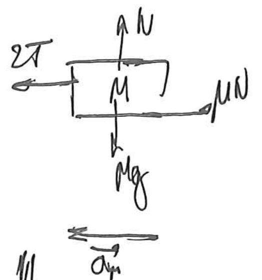
$\frac{dT}{dt} = 0$



$T - \mu N = m a_m$

$\begin{cases} T - \mu m g = m a_m \end{cases}$

$\boxed{F = T}$



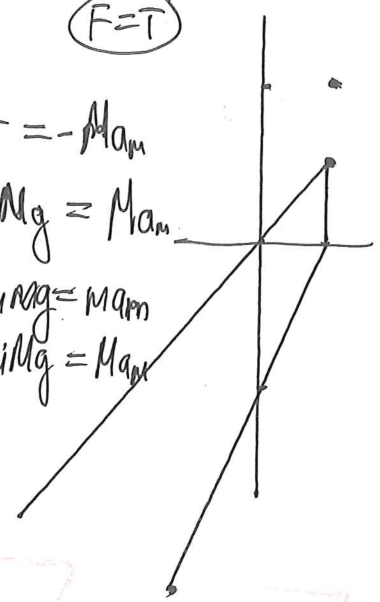
$\mu N - 2T = -M a_M$

$\begin{cases} 2T - \mu M g = M a_M \end{cases}$

$\begin{cases} F - \mu m g = m a_m \\ 2F - \mu M g = M a_M \end{cases}$

$a_m = \frac{F}{m} - \mu g \ //$

$a_M = \frac{2F}{M} - \mu g \ // = \frac{2F}{2M} - \mu g = \frac{F}{M} - \mu g = a_m$



№2. Чистовик

Тогда искомая толщина $d = \frac{V}{S} = \frac{m_2}{\rho S}$.

$$d = \frac{m_2}{\rho S} = \frac{m_1 \frac{k_2}{k_1}\left(\frac{m_3 \cdot k_1}{m_1 k_3} - 1\right)}{\rho S} = \frac{m_1}{\rho S} \frac{k_2}{k_1}\left(\frac{m_3 k_1}{m_1 k_3} - 1\right),$$

Осталось только правильно подставить числа:

$$d = \frac{660 \cdot 10^{-6}\ \cancel{кг}}{1{,}05 \cdot 10^4 \frac{\cancel{кг}}{м^3} \cdot 110 \cdot 10^{-4}\ м^2} \cdot \frac{1{,}1 \cdot 10^{-6}\ \frac{\cancel{кг}}{\cancel{Кл}}}{3{,}3 \cdot 10^{-7}\ \frac{\cancel{кг}}{\cancel{Кл}}} \cdot \left(\frac{774\ \cancel{мг} \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-7}\ \frac{\cancel{кг}}{\cancel{Кл}}}{660\ \cancel{мг} \cdot 9{,}3 \cdot 10^{-8}\ \frac{\cancel{кг}}{\cancel{Кл}}} - 1\right) м =$$

$$= \frac{660}{110 \cdot 1{,}05} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{10}{3} \cdot \left(\frac{774 \cdot 33}{660 \cdot 9{,}3} - 1\right) =$$

$$= \frac{\cancel{660}}{11\cancel{0} \cdot 1{,}05} 10^{-6} \frac{\cancel{10}}{3} \frac{774 \cdot 33 - 660 \cdot 9{,}3}{\cancel{660} \cdot 9{,}3} =$$

$$= \frac{774 \cdot \cancel{33} - \overset{20}{\cancel{660}} \cdot 9{,}3}{9{,}3 \cdot \cancel{3} \cdot 1{,}05 \cdot \cancel{11}} \cdot 10^{-6} = \frac{774 - 20 \cdot 9{,}3}{1{,}05 \cdot 9{,}3} 10^{-6} =$$

$$= \frac{774 - 186}{1{,}05 \cdot 9{,}3} 10^{-6} = \frac{588 \cdot 10^{-6}}{1{,}05 \cdot 9{,}3} \approx \frac{588}{9{,}765} 10^{-6} \approx 60 \cdot 10^{-6}\ м \approx$$

$$\approx 6 \cdot 10^{-5}\ м = 6 \cdot 10^{-3}\ см = 6 \cdot 10^{-2}\ мм = 60 \cdot 10^{-3}\ мм = 60\ мкм.$$

Ответ: толщина слоя серебра будет примерно равна $d = \cancel{60}$ мкм.

60 +

№3.

Возможны 2 случая: 1) вода испарялась все время τ, и тогда $p \le p_{нас}$. 2) Иначе, в какой-то момент $p = p_{нас}$, и после этого вода не могла испариться. Найдем $\rho_{нас}$: по закону Клайперона-Менделеева:

$p_{нас} V = n_{нас} R T_0 \ \Big| \cdot \mu \rightarrow \mu p_{нас} V = m_{нас} R T_0 \rightarrow \mu p_{нас} = \rho_{нас} R T_0$.

$\rho_{нас} = \frac{\mu p_{нас}}{R T_0} \ //$.

Предположим, что верный случай (1).

№3. Чистовик

Найдем N – мощность спирали (резистора с r)

$N = U \cdot I$; $U = Ir$ (резистор) $\rightarrow N = \frac{U^2}{r}$. Тепло, поступающее воде равно $\eta N = \eta \frac{U^2}{r}$.

Запишем $Q_{получ} = \lambda \cdot m_{исп}$.

$Q = \eta N \tau = \frac{\eta U^2}{r}\tau = \lambda m_{исп} \rightarrow m_{исп} = \frac{\eta U^2 \tau}{r\lambda}$ (+)

Изначально в комнате было $\rho_0 = \rho_{нас}\varphi_0 = \varphi_0 \frac{\mu P_{нас}}{RT_0}$, а масса воды в комнате была $\rho_0 V = \frac{\varphi_0 \mu P_н V}{RT_0}$ (+).

После испарения станет:

$m = m_0 + m_{исп} = \frac{\varphi_0 \mu P_н V}{RT_0} + \frac{\eta U^2 \tau}{r\lambda}$ (+)

Новая влажность равна: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\varphi_0 \mu P_н}{RT_0} + \frac{\eta U^2 \tau}{r\lambda V}$ //.

Максимальная влажность равна: $\rho_{нас} = \frac{\mu P_н}{RT_0}$ //.

Подставим числа и найдем ρ и $\rho_{нас}$, чтобы их сравнить:

$$\rho_{нас} = \frac{\mu P_н}{RT_0} = \frac{0{,}018\,\frac{кг}{моль} \cdot 2000\,Па}{8{,}3\,\frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 300\,К} = \frac{18\,\frac{г}{моль}\, 2000\,\frac{Дж}{м^3}}{8{,}3\,\frac{Дж}{моль\cdot К} \cdot 300\,К} =$$

$$= \frac{\overset{6}{\cancel{18}} \cdot 20\cancel{00}}{8{,}3 \cdot \cancel{300}} \frac{г}{м^3} = \frac{120}{8{,}3} \frac{г}{м^3} \approx 14{,}459\ г/м^3.$$

$$\rho = \varphi_0 \frac{\mu P_н}{RT_0} = \varphi_0 \rho_{нас} + \frac{\eta U^2 \tau}{r\lambda V} = \varphi_0 \rho_{нас} + \frac{\eta U^2}{r}\tau \frac{1}{\lambda V} =$$

$$= 0{,}415 \cdot 14{,}459\ г/м^3 + \frac{0{,}8 \cdot 100^2\,В^2}{80\,[Ом]} \cdot 2300\,с\, \frac{1}{2{,}3 \cdot 10^{+6}\,\frac{Дж}{кг} \cdot 50\,м^3} =$$

$$= 6{,}000485\ г/м^3 + 100\,Вт \cdot \cancel{2300}\,с\, \frac{1}{\cancel{2300} \cdot 10^3\,\frac{Дж}{кг}\, 50\,м^3} =$$

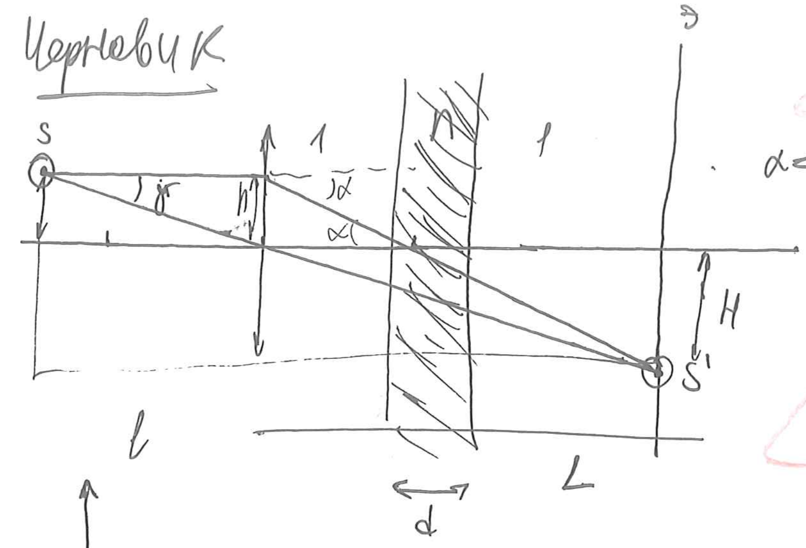
$$= 6{,}000485\,\frac{г}{м^3} + \frac{100}{50} \cdot 10^{-3}\,\frac{кг}{м^3} = 6{,}000485\,\frac{г}{м^3} + 2\,\frac{г}{м^3} \approx 8\,\frac{г}{м^3},$$

$\rho = 8\,\frac{г}{м^3}$; $\rho_{нас} = 14{,}459\,\frac{г}{м^3}$; $8 < 14{,}459 \rightarrow \rho < \rho_{нас} \rightarrow$ предположение верно, вода испарялась все время.

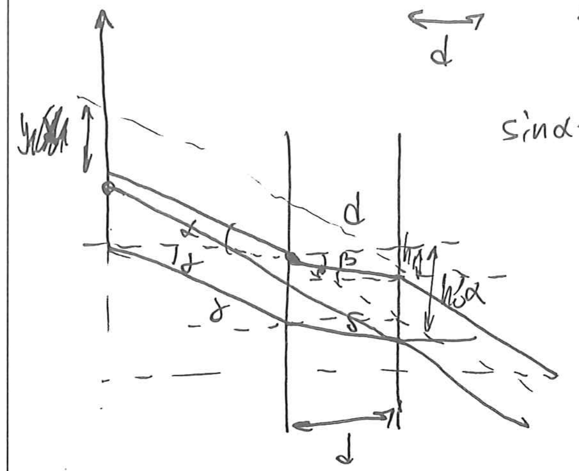
Ответ: Через τ влажность будет равна $8\,\frac{г}{м^3}$. (+)

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик



$\alpha << 1 \rightarrow$



$\sin\alpha \cdot 1 = \sin\beta\, n$ $\quad \sin\beta < \sin\alpha$ $\quad \beta < \alpha$

$\alpha = n\beta$

$h_0 = d\,tg\,\alpha$

$h_1 = d\,tg\,\beta$

$h_1 < h_0$

$y_1 = h_0 - h_1 = d(tg\alpha - tg\beta)$

$y_1 = d(\alpha - \beta) = d\beta(n-1) = d\alpha(1 - \frac{1}{n})$

$h' = L \cdot \alpha$

$h' = L'$

$(h + y_1) = (L + x)\alpha$

1) $h \rightarrow h + y_1 = h + d\alpha(1 - \frac{1}{n})$

2) $h \rightarrow h + y_2 = h + d\gamma(1 - \frac{1}{n})$

$\frac{h + d\alpha(1+\frac{1}{n})}{F_{h''}} = \frac{h + d\alpha(1+\frac{1}{n}) + H}{L_{h''}} = \alpha$

$\frac{h + d\gamma(1-\frac{1}{n})}{l} = \frac{h + d\gamma(1-\frac{1}{n}) + H}{L + l} = \gamma$

$\frac{h}{F} = \frac{h+H}{L} = \alpha$ $\qquad h = \alpha F$

$\frac{h}{l} = \frac{h+H}{L+l} = \gamma$ $\qquad h = \gamma l$

$l = \frac{h}{\gamma} = \frac{\alpha}{\gamma} F$

$\alpha F + H = \alpha L$

$\cancel{\alpha F} + H = \gamma L + \cancel{\alpha F}$

$\cancel{H = \gamma L - L}$

$\alpha F + \gamma L = \alpha L$

$\alpha F = (\alpha - \gamma)L$

$h' = \alpha F$ $\qquad \alpha F + H = \alpha L$

$h'' = \gamma l$ $\qquad \cancel{\gamma l} + H = \gamma L + \cancel{\gamma l}$ $\qquad L = \frac{\alpha}{\alpha - \gamma} F$ //.

$\alpha F + \gamma L = \alpha L$ $\qquad L = \frac{\alpha}{\alpha - \gamma} F$?!